



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 43 22 897 A 1

⑤1 Int. Cl. 6:
G 01 P 3/483
G 01 D 5/24 *U1*

②1 Aktenzeichen: P 43 22 897.6
②2 Anmeldetag: 9. 7. 93
④3 Offenlegungstag: 12. 1. 95

DE 43 22 897 A 1

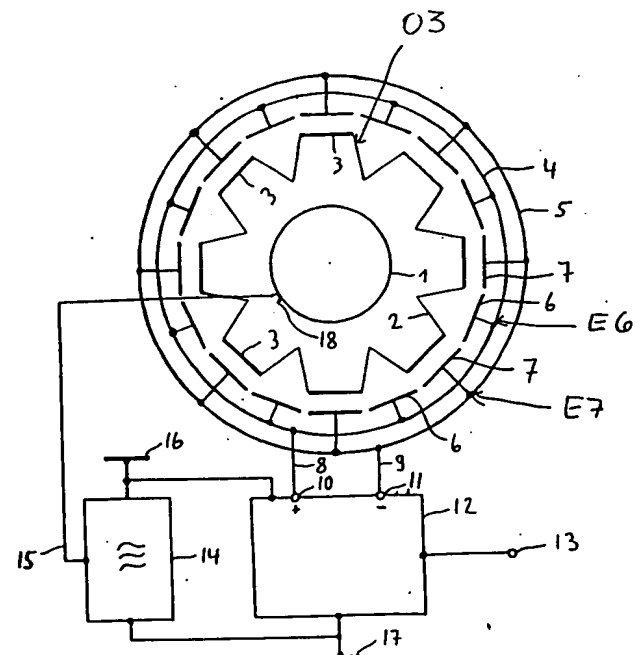
⑦1 Anmelder:
Blumenauer, Jürgen, 34613 Schwalmstadt, DE

⑦4 Vertreter:
Funck-Hartherz, A., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 60435
Frankfurt

⑦2 Erfinder:
gleich Anmelder

⑤4 Drehzahlmeßeinrichtung

⑤7 Die bekannten kapazitiven Drehzahlmeßeinrichtungen werden nur dort eingesetzt, wo das die relative Dielektrizitätskonstante im Meßraum bestimmende Dielektrikum immer gleichbleibt. Die Erfindung betrifft ein kapazitiv arbeitendes Meßverfahren zur Erfassung der Bewegung von Objekten, insbesondere zur Drehzahlmessung von sich drehenden Gegenständen unter Meßbedingungen, bei denen sich die relative Dielektrizitätskonstante im Meßgebiet unvorhersehbar ändern kann. Dazu wird das zu erfassende Objekt mit mehreren miteinander verbundenen, elektrisch leitenden Flächen, den sogenannten Objekteinzelelektroden, versehen, die in ihrer Gesamtheit die Objektelektrode bilden und die mit ihren Flächenschwerpunkten auf einem Kreis angeordnet sind, durch dessen Mittelpunkt die Objektdrehachse senkrecht zur Kreisebene verläuft (Fig. 1).



DE 43 22 897 A 1

Die Erfindung betrifft ein kapazitiv arbeitendes Meßverfahren zur Erfassung der Bewegung von Objekten, insbesondere zur Drehzahlmessung von sich drehenden Gegenständen unter Meßbedingungen, wo sich die relative Dielektrizitätskonstante im Meßgebiet unvorhersehbar ändern kann.

Die üblichen kapazitiven Meßverfahren werden nur dort eingesetzt, wo das die relative Dielektrizitätskonstante im Meßraum bestimmende Dielektrikum immer gleich bleibt. Dabei bilden Meßelektrode und Objekt einen Kondensator, dessen Kapazität sich, abhängig vom Abstand zwischen Objekt und Meßelektrode, ändert. Der Zusammenhang zwischen Kapazität und Abstand wird verfälscht, wenn sich die Dielektrizitätskonstante im Meßraum ändert. Deshalb werden bisher in Fällen, wo sich die relative Dielektrizitätskonstante ändern kann, andere Meßverfahren angewendet, z. B. induktive oder auf dem Halleffekt basierende oder andere Meßverfahren.

Die Erfindung hat sich zur Aufgabe gestellt, ein kapazitives Meßverfahren zu erstellen, welches sich weitgehend unabhängig von der relativen Dielektrizitätskonstanten im Meßraum zum Erfassen von Objektbewegungen, insbesondere zur Drehzahlmessung, eignet.

Die Lösung der Aufgabe wird anhand der Zeichnungen im folgenden näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 ein drehbar gelagertes Zahnrad, umgeben von zwei aus Einzelelektroden zusammengesetzten Elektroden, die mit dem Zahnrad einen Differentialkondensator bilden, dessen Veränderung von der Kapazitätsmeßeinrichtung 12 als Spannungsveränderung angezeigt wird,

Fig. 2 das Schaltprinzip von Fig. 1,

Fig. 3 ein Zahnrad wie in Fig. 1, aber von nur einer aus Einzelelektroden zusammengesetzten Elektrode umgeben, deren Kapazität mit dem Zahnrad von der Kapazitätsmeßeinrichtung 12 mit einem Festkondensator verglichen wird,

Fig. 4 ein der Kapazitätsmeßeinrichtung 12 nachgeschalteter Wechselspannungsverstärker 20,

Fig. 5 einen Teilschnitt durch ein Radlager mit eingebautem erfindungsgemäßen Drehzahlfühler,

Fig. 6 einen vergrößerten Ausschnitt von Fig. 5,

Fig. 7 eine spezielle Ausgestaltung des beweglichen Objektes,

Fig. 8 eine spezielle Ausgestaltung der Meßelektrode,

Fig. 9 eine Modifikation von Fig. 8,

Fig. 10 eine Schaltungsskizze,

Fig. 11 eine Schaltungsskizze einer speziellen Kapazitätsmeßeinrichtung.

Das zu erfassende Objekt O3 bildet mit zwei an zwei gegensätzlich wirkenden Eingängen einer Kapazitätsmeßeinrichtung 12 angeschlossenen Elektroden E6 und E7 einen Differentialkondensator, wobei jede Elektrode und das Objekt in Einzelelektroden und Einzelobjekte aufgeteilt sind. Eine solche Anordnung, wo das Objekt ein auf der Welle 1 drehbar gelagertes Zahnrad 2, jedes Zahndach 3 ein Einzelobjekt und die Einzelelektroden 6 und 7 als ebene oder entsprechend der Kreisbahn gekrümmte Flächen konzentrisch zur Objektdrehachse angeordnet sind, zeigt Fig. 1.

Der Verbindungsring 4 verbindet die Einzelelektroden 6 und der Verbindungsring 5 verbindet die Einzelelektroden 7 elektrisch miteinander. Die Elektrodenanordnung gemäß Fig. 1 ist so aufgebaut, daß sich zwischen zwei benachbarten Einzelelektroden 6 jeweils eine Einzelelektrode 7 befindet.

Hat das Zahnrad 2 n Zähne, dann hat die Elektrode E6 m Einzelelektroden oder n/p Einzelelektroden, wobei m , n , p , n/p natürliche Zahlen sind. Bei der meßtechnisch vorteilhaftesten Anordnung ist n möglichst groß und $m = n$ und $p = 1$.

Die Einzelelektroden 6 und 7 sind konzentrisch zu den Zahndächern 3 wie diese auf einer Kreisbahn angeordnet, die die Zahnradrehachse als Mittelpunkt hat. Alle benachbarten Einzelelektroden haben bezüglich der Zahnradrehachse denselben Winkel miteinander.

Bei der Elektrodenanordnung gemäß Fig. 1 bildet die Elektrode E6, das ist die Gesamtheit der Einzelelektroden 6, mit der Elektrode E7, das ist die Gesamtheit der Einzelelektroden 7 und der Objektelektrode O3, das ist die Gesamtheit der Zahndächer 3, einen Differentialkondensator, wobei die Objektelektrode eine Mittelelektrode bildet.

Über die Leitung 8 werden die Einzelelektroden 6 mit dem Eingang 10 und über die Leitung 9 werden die Einzelelektroden 7 mit dem entgegengesetzt wirkenden Eingang 11 verbunden. Die Ausgangsspannung der Kapazitätsmeßeinrichtung 12 liegt am Punkt 13 an. Der Oszillator 14 versorgt das Zahnrad 2 mit einer hochfrequenten Wechselspannung HF. 17 ist die negative und 16 ist die positive Versorgungsspannung.

Stehen die Zahndächer 3 mittig zwischen den Einzelelektroden 6 und 7, dann ist der Differentialkondensator symmetrisch und die Ausgangsspannung der Kapazitätsmeßeinrichtung 12 ist null bzw. gleich einer Referenzspannung, die vorteilhaft mittig zwischen der positiven Versorgungsspannung 16 und der negativen Versorgungsspannung 17 liegt.

Stehen die Zahndächer 3 genau vor den Einzelelektroden 6, dann ist die Kapazität des Kondensators E6-O3 maximal und die Ausgangsspannung der Kapazitätsmeßeinrichtung 12 am Punkt 13 ist maximal.

Stehen die Zahndächer 3 genau vor den Einzelelektroden 7, dann ist die Kapazität des Kondensators E7-O3 maximal und die Ausgangsspannung der Kapazitätsmeßeinrichtung 12 ist minimal. Bei der Elektrodenanordnung gemäß Fig. 1 macht die Ausgangsspannung an 13 bei einer Zahnradumdrehung sechzehn Nulldurchgänge.

Dringt nun ein Dielektrikum mit anderer Dielektrizitätskonstante in ein Teilgebiet des Meßraumes zwischen den Zahndächern 3 und den Einzelelektroden 6 und 7 ein, dann werden immer paarweise Einzelelektroden 6 und 7 von dem neuen Dielektrikum umgeben und die Winkelstellung des Zahnrades 2 für die Nulldurchgangsspannung ändert sich nicht, wenn das neue Dielektrikum sich so ausgebreitet hat, daß genausoviel Einzelelektroden 6 vom neuen Dielektrikum erfaßt wurden wie Einzelelektroden 7. Bei normaler Ausbreitung eines neuen Dielektrikums, welches z. B. in Form von Schmierfett in den Meßraum eindringt, ist die Differenz der vom Schmierfett umgebenen Einzelelektroden 6 und Einzelelektroden 7 geringer als eine Einzelelektrodenfläche.

Der Einfluß einer Einzelelektrode auf die Ausgangsspannung an 13 ist um so geringer, je mehr Einzelelektroden vorhanden sind. Daher wird die Meßanordnung gemäß Fig. 1 um so unempfindlicher gegen das Eindringen neuer Dielektrika, je mehr Zähne das Zahnrad 2 hat und um so mehr Einzelelektroden 6 und 7 vorhanden sind.

Bei der Drehzahlmeßeinrichtung gemäß Fig. 1 ist die Frequenz der Nulldurchgänge der Ausgangsspannung an 13 ein Maß für die Drehzahl des Zahnrades 2.

Diese Drehzahlmeßeinrichtung arbeitet auch bei

niedrigen Drehzahlen richtig.

Verzichtet man auf die richtige Zählfunktion für $v < v_0$, wobei v_0 die niedrigste Drehzahl des Zahnrades 2 ist, die noch richtig gemessen werden soll, so läßt sich die Meßeinrichtung vereinfachen.

Fig. 3 zeigt eine vereinfachte Meßanordnung. Das Objekt, dessen Drehzahl gemessen werden soll, ist das mit der Welle 1 drehbare Zahnrad 2. Die Einzelelektroden 6 bilden mit den Zahndächern 3 Kondensatoren von veränderlicher Kapazität. In Fig. 3, wo die Zahndächer 3 auf Lücke genau zwischen den Einzelelektroden 6 stehen, ist die Kapazität minimal. Stehen die Zahndächer 3 genau gegenüber den Einzelelektroden 6, dann ist die Kapazität zwischen der Objektelektrode O3 und der Elektrode E6 maximal.

Die Kapazitätsmeßeinrichtung 12 vergleicht die Kapazität des Festkondensators 19 mit der variablen Kapazität E6-O3, wobei E6 die Gesamtheit der Einzelelektroden 6 und O3 die Gesamtheit der Zahndächer 3 ist. Unter der Voraussetzung, daß die Kapazität des Kondensators 19 kleiner als die Maximalkapazität von E6-O3, aber größer als die Minimalkapazität von E6-O3 ist, macht die Ausgangsspannung der Kapazitätsmeßeinrichtung 12 am Punkt 13 bei einer Umdrehung und bei n Zähnen $2n$ Nulldurchgänge und die Frequenz der Nulldurchgänge der Ausgangsspannung am Punkt 13 ist ein Maß für die Drehzahl des Zahnrades 2.

Dringt nun ein Dielektrikum mit größerer relativer Dielektrizitätskonstanten als 1 in den Meßraum zwischen dem Zahnrad 2 und den Einzelelektroden 6 ein, dann kann die Minimalkapazität von E6-O3 größer werden als die Kapazität des Kondensators 19. Die Ausgangsspannung an 13 wird dann nicht mehr Null und die Drehzahl wird nicht mehr gemessen.

Im folgenden die Problemlösung.

Fig. 4 zeigt einen Wechselspannungsverstärker 20, mit dessen Eingang 21 der Punkt 13 verbunden wird. Der Verstärker 20 verstärkt nur den Wechselspannungsanteil der Ausgangsspannung der Kapazitätsmeßeinrichtung 12. Am Punkt 22, dem Ausgang des Verstärkers 20, liegt dann eine reine Wechselspannung vor, deren Nulldurchgangsfrequenz ein Maß für die Drehzahl des Zahnrades 2 ist.

In Fig. 1 und 3 wird die HF dem Zahnrad zugeführt, indem die HF-Leitung 15 in dem Schleifkontakt 18 endet, der die Welle 1, die mit dem Zahnrad 2 elektrisch leitend verbunden ist, berührt.

Die HF kann dem Zahnrad 2 auch berührungslos zugeführt werden, indem die Leitung 15 in einem Ring endet, der die Welle 1 konzentrisch umschließt, ohne sie zu berühren. Der Ring bildet dann mit der Welle einen Kondensator, dessen Kapazität möglichst groß sein sollte, damit die Übertragungsverluste in diesem Kondensator klein bleiben.

In Fig. 1 und Fig. 3 sind die Zähne des Zahnrades 2 und die Einzelelektroden radial angeordnet. Bei engen Platzverhältnissen kann es vorteilhaft sein, die bewegte kreisförmige Objektelektrode und die kreisförmigen Meßelektroden axial nebeneinander zu stellen, wie es im folgenden Anwendungsbeispiel gezeigt wird, wo ein erfindungsgemäßer Drehzahlfühler in ein vorhandenes Radlager eines PKW integriert wird zwecks Ermittlung der Raddrehzahl für ein Antiblockiersystem.

Fig. 5 zeigt einen Schnitt der zur Antriebswelle zeigenden Radlagerhälfte eines Vorderrades eines PKW mit dem fest im nicht eingezeichneten Radlagergehäuse sitzenden Lageraußenring 36, dem die nicht eingezeichnete Radnabe tragenden Lagerinnenring 37, dem Ku-

geling 38 im nicht eingezeichneten Kugelkäfig. Der ursprünglich vorgesehene Dichtring ist ersetzt durch den mit dem Lageraußenring 36 fest verbundenen Ring 34, der mit seiner Dichtlippe 35 den Lagerinnenring 37 berührt. Einen vergrößerten Ausschnitt der Fig. 5 mit den erfindungsgemäßen Einbauten ins Radlager zeigt Fig. 6.

Der Ring 34 trägt auf seiner Innenseite den gemäß Fig. 8 ausgebildeten elektrisch leitenden Belag 28, bestehend aus den Außenzähnen 24, die über den äußeren Verbindungsring 26 miteinander verbunden sind, und den Innenzähnen 25, die über den Innenring 27 miteinander verbunden sind. Der Ring 34 trägt zusätzlich den Belag 32, der der HF-Übertragung dient und in Fig. 8 nicht eingezeichnet ist. Der Ring 33 sitzt fest auf dem Lagerring 37 und trägt auf der zum Ring 34 zeigenden Seite einen gemäß Fig. 7 ausgebildeten elektrisch leitenden Belag 29, der das zahnradähnliche bewegte Objekt bildet.

Die Gesamtheit der Zähne 24 bildet mit dem Verbindungsring 26 die Elektrode E6. Die Gesamtheit der Zähne 25 bildet mit dem Verbindungsring 27 die Elektrode E7. Die Gesamtheit der Zähne 23 bildet mit dem Verbindungsring die Objektelektrode O3.

Der Trägersring 34 trägt zusätzlich den Belag 32, der über die Leitung 15 gemäß Schaltskizze in Fig. 10 mit dem HF-Oszillator 14 verbunden ist. Der Trägersring 33 trägt zusätzlich den Belag 31, der über die Leitung 30 mit dem Belag 29 verbunden ist. Die Beläge 31 und 32, die in Fig. 7 und Fig. 8 nicht eingezeichnet sind, bilden gemäß Fig. 6 einen Kondensator, der den Belag 29 kapazitiv mit dem HF-Oszillator 14 verbindet.

Die Elektroden E6 und E7 bilden mit der Objektelektrode O3 einen Differentialkondensator, dessen Elektroden E6 und E7 mit den beiden gegensätzlich arbeitenden Eingängen 10 und 11 der Kapazitätsmeßeinrichtung 12 gemäß Fig. 10 verbunden sind.

Der Raddrehzahlmesser, bestehend aus dem zweigeteilten Belag 28, dem Belag 29, dem aus den Belägen 31 und 32 gebildeten Koppelkondensator, dem HF-Oszillator 14 und der Kapazitätsmeßeinrichtung 12 entspricht in seinen elektrischen Eigenschaften der Drehzahlmeßeinrichtung gemäß Fig. 1 mit dem Unterschied, daß beim Raddrehzahlmesser gemäß Fig. 6 und Fig. 10 die Objektelektrode O3 kapazitiv an den HF-Oszillator 14 gekoppelt ist.

In einem zweiten Anwendungsbeispiel wird eine vereinfachte Ausführung des ersten Anwendungsbeispiels gezeigt: Statt des zweigeteilten Belages 28 gemäß Fig. 8 trägt der Ring 34 als Meßelektrode nur den einfachen Belag gemäß Fig. 9, bestehend aus den Zähnen 24 und dem äußeren Verbindungsring 26 mit der Leitung 8. Die Gesamtheit der Zähne 24 mit dem äußeren Verbindungsring 26 bilden die Elektrode E6. Die Objektelektrode O3 als Belag auf dem Ring 33 steht der Elektrode E6 genau so wie im ersten Anwendungsbeispiel gegenüber. Nur die Elektrode E7 fehlt im zweiten Ausführungsbeispiel.

Wird der innere Verbindungsring 27 und die Zuleitung 9 des ersten Anwendungsbeispiels aus Fig. 6 entfernt, dann entspricht Fig. 6 der Drehzahlfühleranordnung im Radlager des zweiten Anwendungsbeispiels. Die Elektrode E6 bildet mit der Objektelektrode O3 einen Kondensator mit veränderlicher Kapazität, die von der Kapazitätsmeßeinrichtung 12 mit der Kapazität des Festkondensators 19 verglichen wird.

In den elektrischen Eigenschaften stimmt das zweite Anwendungsbeispiel mit der in Fig. 3 gezeigten Meßanordnung überein. Daher wird gemäß Fig. 11 die Aus-

gangsspannung der Kapazitätsmeßeinrichtung 12 von dem Wechselspannungsverstärker 20 nachverstärkt. Die Frequenz der Nulldurchgänge der Spannung am Punkt 22 ist dann ein Maß für die Drehzahl des Innenringes 37 des Radlagers in Fig. 5 und Fig. 6.

Patentansprüche

1. Kapazitiv arbeitende Drehzahlmeßeinrichtung zum Messen der Drehzahl eines in einem Gehäuse drehbar gelagerten Objektes, dadurch gekennzeichnet, daß das zu erfassende Objekt mit mehreren miteinander verbundenen elektrisch leitenden Flächen, den sogenannten Objekteinzelelektroden, versehen ist, die in ihrer Gesamtheit die Objektelektrode bilden und die mit ihren Flächenschwerpunkten auf einem Kreis angeordnet sind, durch dessen Mittelpunkt die Objektdrehachse senkrecht zur Kreisebene verläuft.
2. Drehzahlmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß alle auf dem Kreis benachbarten Objekteinzelelektroden bezüglich des Kreismittelpunktes denselben Winkel miteinander haben und daß die Objekteinzelelektroden exakt oder annähernd Teile einer Ebene oder Teile eines Kegelmantels oder Teile eines Kreiszylinders sind.
3. Drehzahlmeßeinrichtung nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß gehäusefest angebrachte elektrisch leitende Flächen (6), die sogenannten Einzelmeßelektroden (6), zu einer Meßelektrode über den Ring (14) miteinander verbunden sind, wobei die räumliche Anordnung der Meßelektrode ähnlich der räumlichen Anordnung der Objektelektrode ist (Fig. 3).
4. Drehzahlmeßeinrichtung nach den Ansprüchen 1, 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß Meßelektrode (E6) und Objektelektrode (O3) so zueinander ausgerichtet sind, daß, wenn die Meßelektrode und die Objektelektrode aus je n Einzelelektroden (6) bestehen, bei einem bestimmten Drehwinkel des Objektes jede Objekteinzelelektrode (3) genau einer Einzelmeßelektrode (6) gegenübersteht und nach einer Objektdrehung um $360^\circ/n$ wieder jede Objekteinzelelektrode genau einer Einzelmeßelektrode gegenübersteht und daß in dieser Stellung die Kapazität zwischen Objektelektrode und Meßelektrode maximal ist.
5. Drehzahlmeßeinrichtung nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß, gehäusefest angebrachte elektrisch leitende Flächen, die sogenannten Einzelmeßelektroden (6, 7), miteinander über die Verbindungsringe (14, 5) zu zwei Meßelektroden (E6, E7) verbunden sind, die ihrerseits nicht miteinander in Verbindung stehen und beide aus gleichviel Einzelmeßelektroden bestehen, wobei die räumliche Anordnung jeder der beiden Meßelektroden (E6, E7) ähnlich der räumlichen Anordnung der Objektelektrode (O3) ist und wobei zwischen zwei benachbarten Einzelmeßelektroden der einen Meßelektrode immer eine Einzelmeßelektrode der anderen Meßelektrode liegt (Fig. 1).
6. Drehzahlmeßeinrichtung nach den Ansprüchen 1, 2 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Meßelektroden (E6, E7) und die Objektelektrode (O3) so zueinander ausgerichtet sind, daß, wenn jede der beiden Meßelektroden und die Objektelektrode aus je n Einzelelektroden bestehen, bei einem bestimmten Drehwinkel des Objektes jede

der Objekteinzelelektroden genau einer Einzelmeßelektrode der einen Meßelektrode gegenübersteht und daß nach einer Objektdrehung um $180^\circ/n$ jede der Objekteinzelelektroden genau einer Einzelmeßelektrode der anderen Meßelektrode gegenübersteht und daß, wenn die Objektelektrode einer Meßelektrode gegenübersteht, die Kapazität zwischen der Objektelektrode und dieser Meßelektrode maximal ist und die Kapazität zwischen der Objektelektrode und der anderen Meßelektrode minimal ist.

7. Drehzahlmeßeinrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die drehwinkelabhängige Kapazität zwischen Objektelektrode (O3) und Meßelektrode (E6) von einer Kapazitätsmeßeinrichtung (12) gemessen und die bei einer Objektdrehung entstehende Änderung der Kapazität zwischen Objektelektrode und Meßelektrode eine entsprechende Änderung der Ausgangsspannung der Kapazitätsmeßeinrichtung (12) zur Folge hat (Fig. 3).

8. Drehzahlmeßeinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangsspannung der Kapazitätsmeßeinrichtung (12) über einen Wechselspannungsverstärker (20) nachverstärkt wird (Fig. 14).

9. Drehzahlmeßeinrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapazitätsmeßeinrichtung die Kapazität einseitig geerdeter Kondensatoren messen kann und daß die Objektelektrode gleichspannungsmäßig oder zumindest wechselspannungsmäßig auf Gehäusepotential liegt und daß die Meßelektrode über eine Leitung mit dem Meßeingang der Kapazitätsmeßeinrichtung verbunden ist.

10. Drehzahlmeßeinrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Objektelektrode (O3) über den aus den Elektroden (31 und 32) bestehenden Koppelkondensator mit der hochfrequenten Wechselspannung des HF-Oszillators (14) verbunden ist und daß die drehbewegungsabhängige Kapazität zwischen Objektelektrode und Meßelektrode von der Kapazitätsmeßeinrichtung (12) mit der Kapazität des Festkondensators (19) verglichen wird und daß die Änderung der Kapazität zwischen Objektelektrode und der Meßelektrode eine entsprechende Änderung der Ausgangsspannung der Kapazitätsmeßeinrichtung (12) zur Folge hat (Fig. 6, Fig. 11).

11. Drehzahlmeßeinrichtung nach Anspruch 7 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Objektelektrode (O3) als zahnradähnlicher Belag (29), bestehend aus den Zähnen (23) und dem Verbindungsring (39), auf dem Ring (33) gegenüber der als elektrisch leitender Belag auf dem Ring (34) haftenden Meßelektrode (E6) sitzt, die aus den Zähnen (24) und dem Verbindungsring (26) besteht (Fig. 6, Fig. 7, Fig. 9, Fig. 11).

12. Drehzahlmeßeinrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangsspannung der Kapazitätsmeßeinrichtung (12) von dem Wechselspannungsverstärker (20) nachverstärkt wird (Fig. 14, Fig. 11).

13. Drehzahlmeßeinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die mit den beiden Meßelektroden einen Differentialkondensator bildende Objektelektrode mit einem für die Mittelelektrode eines Differentialkondensators zuständigen Ein-

gang einer für die Messung von Differentialkondensatoren geeigneten Kapazitätsmeßeinrichtung verbunden ist und daß die beiden Meßelektroden mit den beiden anderen Eingängen der Kapazitätsmeßeinrichtung verbunden sind.

14. Drehzahlmeßeinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die mit den beiden Meßelektroden (E6 und E7) einen Differentialkondensator bildende Objektelektrode (O3) mit einem aus den Elektroden (31 und 32) gebildeten Koppelkondensator mit der hochfrequenten Wechselspannung des HF-Oszillators (114) verbunden ist und daß die beiden Meßelektroden (E6 und E7) mit den beiden Eingängen (10 und 11) der Kapazitätsmeßeinrichtung (12) verbunden sind und daß der Ausgang (13) der Kapazitätsmeßeinrichtung (12) eine der Kapazitätsdifferenz des aus Objektelektrode (O3) und den Meßelektroden (E6 und E7) gebildeten Differentialkondensators entsprechende Spannung liefert (Fig. 10).

15. Drehzahlmeßeinrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Objektelektrode (O3) als Belag (29) auf dem Ring (33) gegenüber dem auf dem Ring (34) befindlichen Belag (28), der die beiden Meßelektroden (E6 und E7) bildet, sitzt (Fig. 6).

16. Drehzahlmeßeinrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Belag (29) eine zahnradähnliche Form hat und daß der Belag (28) zweigeteilt ist und die Zähne (24 und 25) des Belages (28) ineinandergreifen (Fig. 7, Fig. 8).

17. Drehzahlmeßeinrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapazitätsmeßeinrichtung (12) ein Diodenquartett (40, 41, 42, 43) in Ringanordnung enthält, wobei zwei gegenüberliegende Eckpunkte der Ringanordnung die Eingänge (10 und 11) und die beiden anderen gegenüberliegenden Eckpunkte die Punkte (50 und 51) bilden, die über die Kondensatoren (44, 45) wechselspannungsmäßig geerdet sind (Fig. 12).

18. Drehzahlmeßeinrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Punkt (50) auf dem Potential der Referenzspannung (49) liegt, die etwa mittig zwischen der positiven Versorgungsspannung (16) und der negativen Versorgungsspannung (17) liegt (Fig. 12).

19. Drehzahlmeßeinrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Punkt (51) über die Widerstände (46, 47) mit dem negativen Eingang und dem Ausgang des Verstärkers (48) und daß die Referenzspannung (49) mit dem positiven Eingang des Verstärkers (48) verbunden ist (Fig. 12).

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

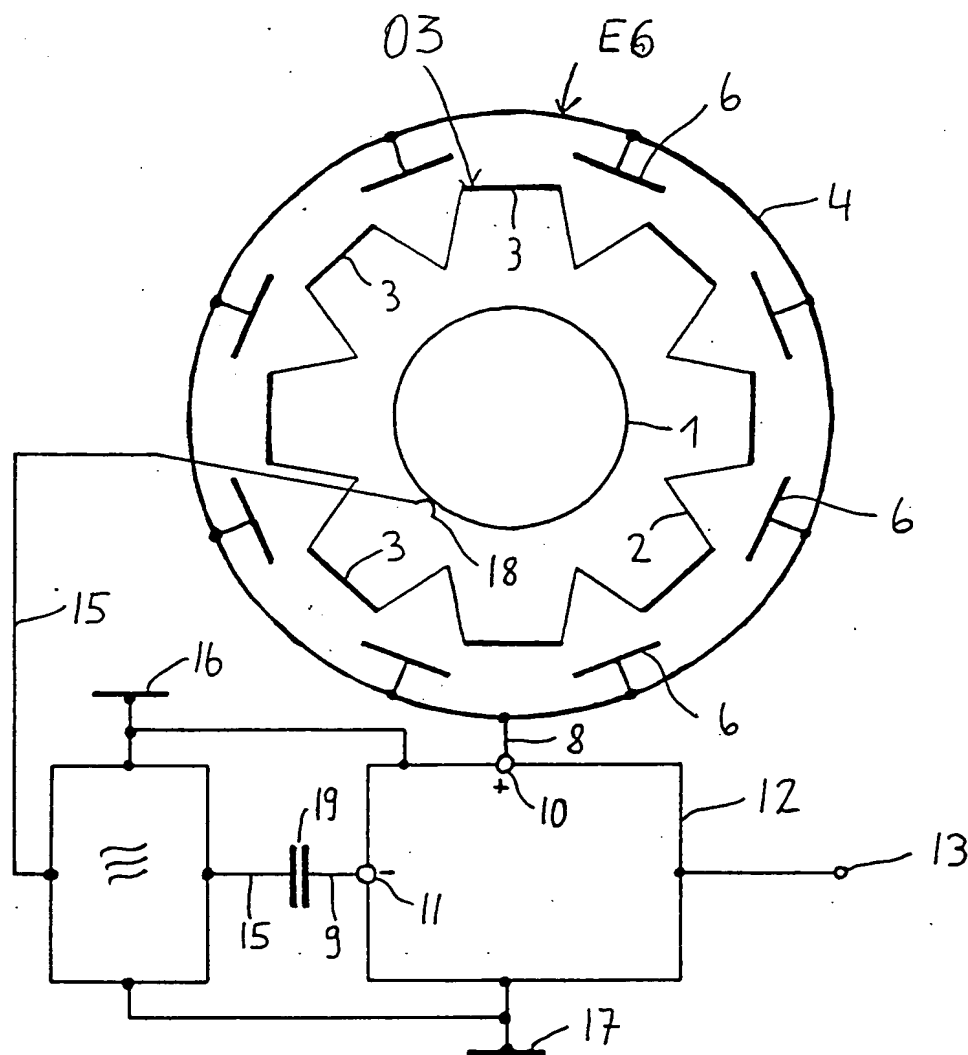


Fig. 3

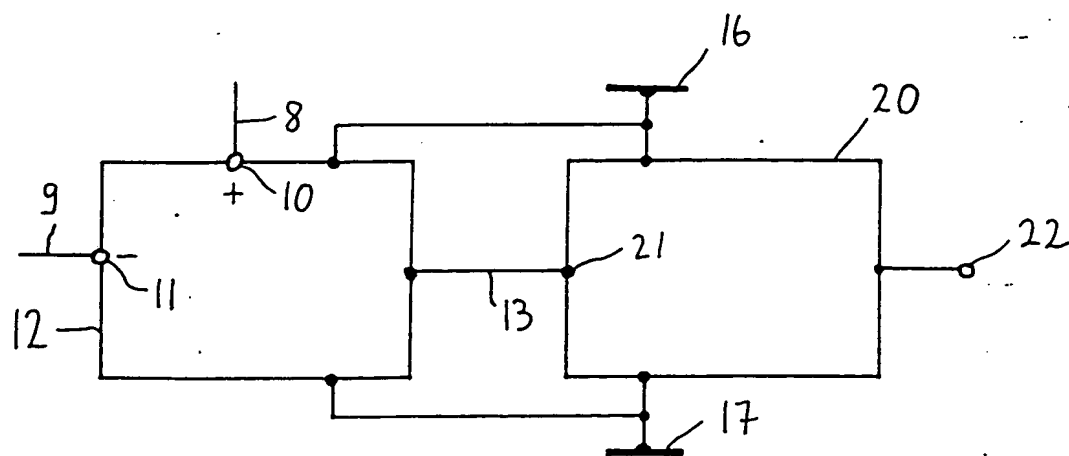
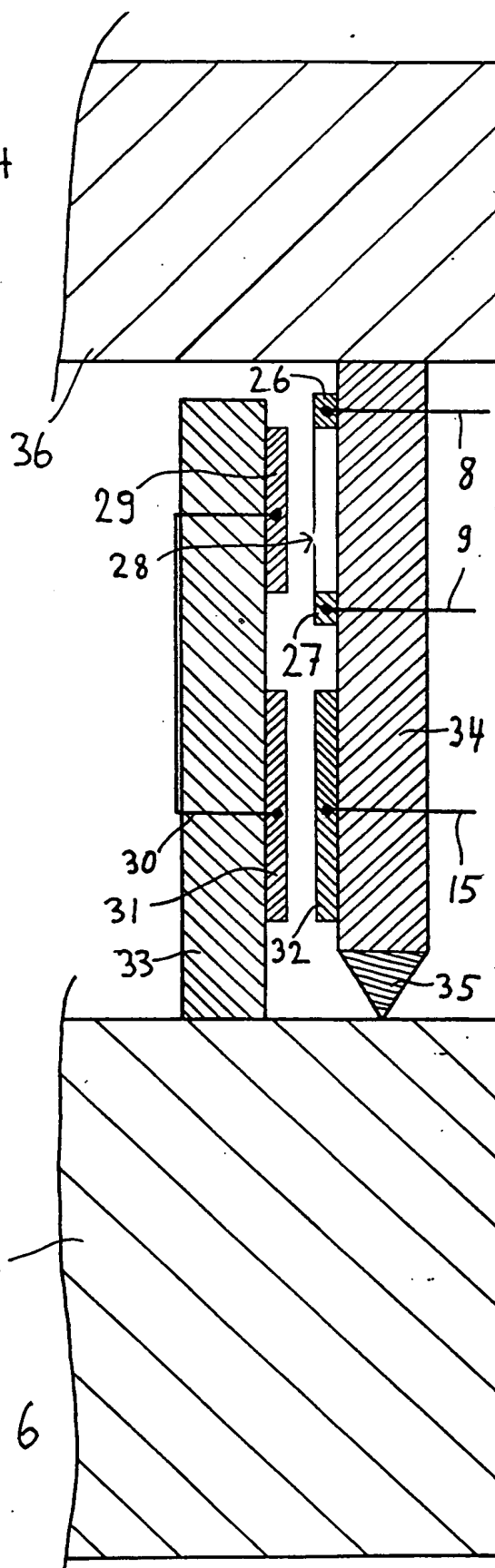
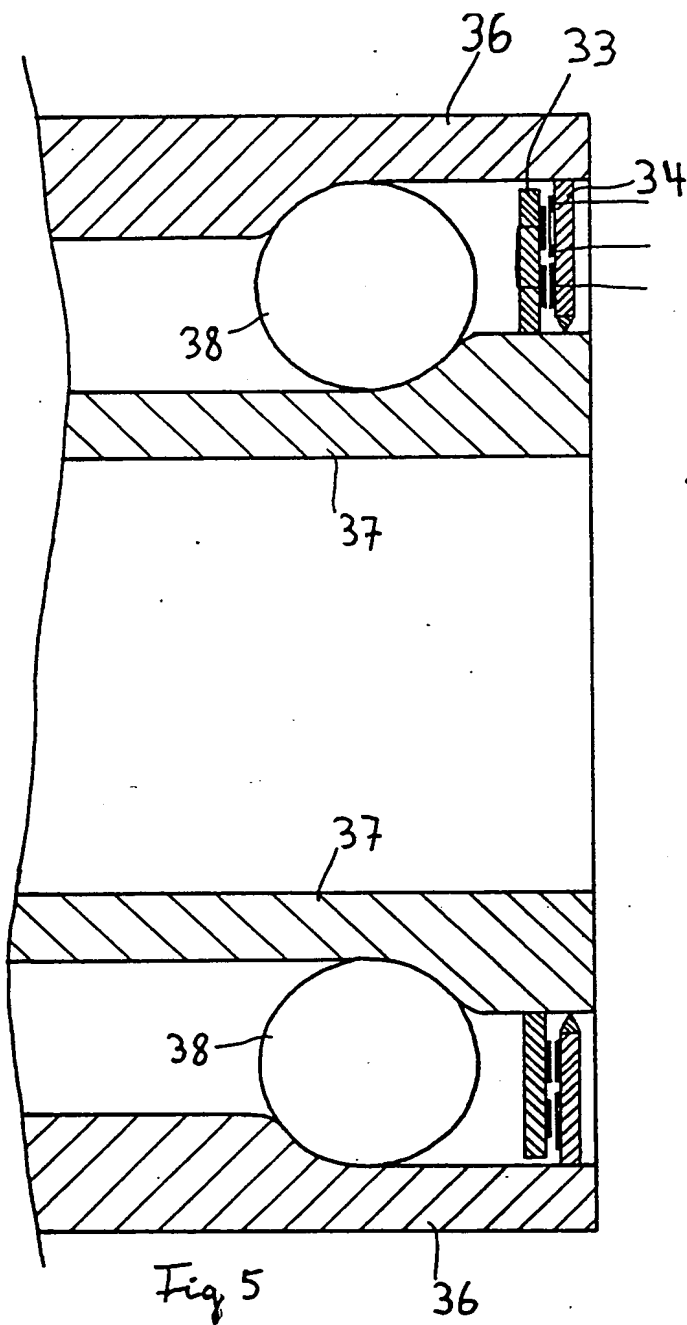


Fig. 4



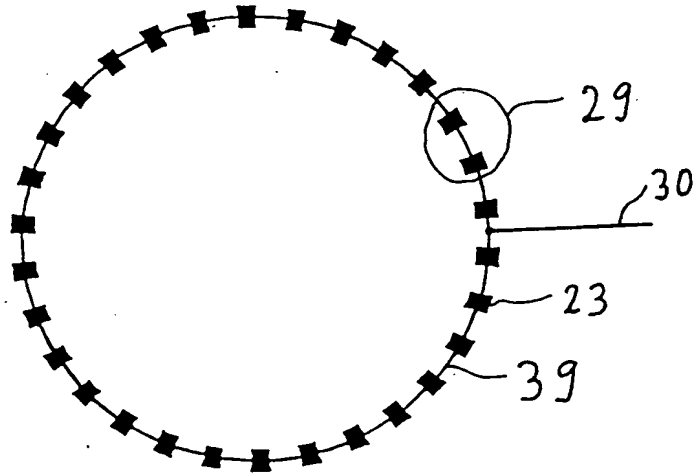


Fig. 7

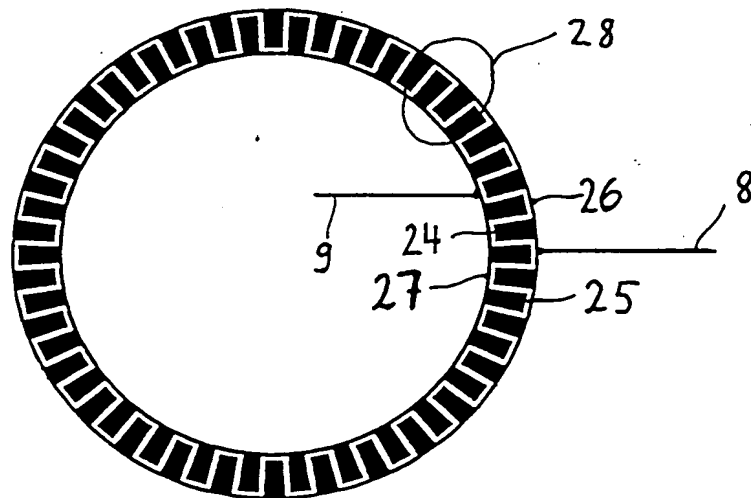


Fig. 8

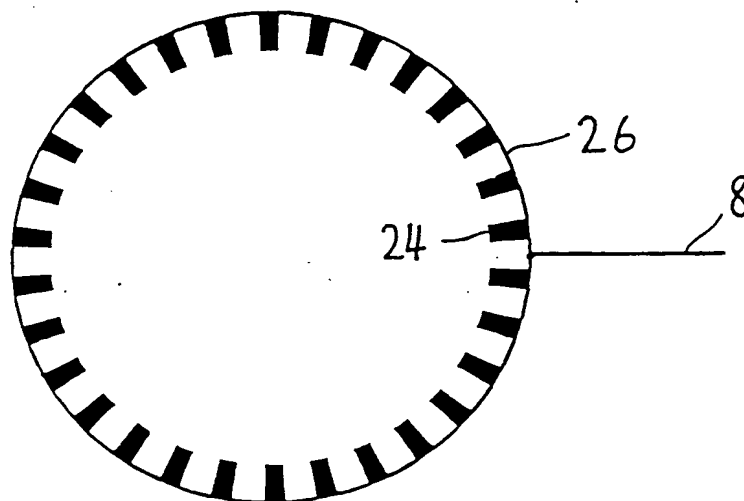


Fig 9

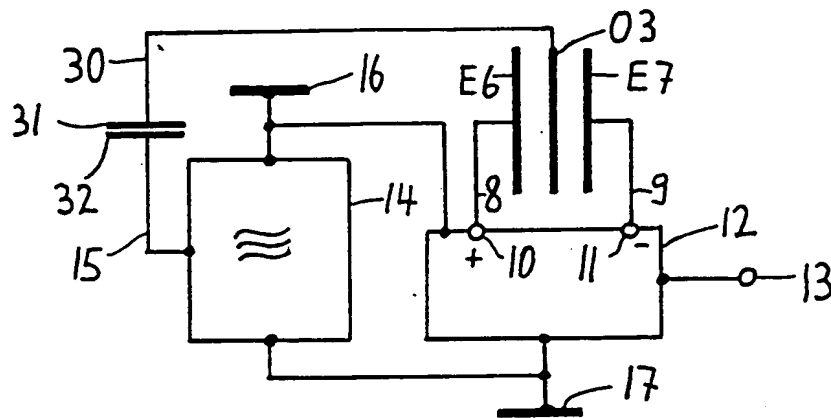


Fig. 10

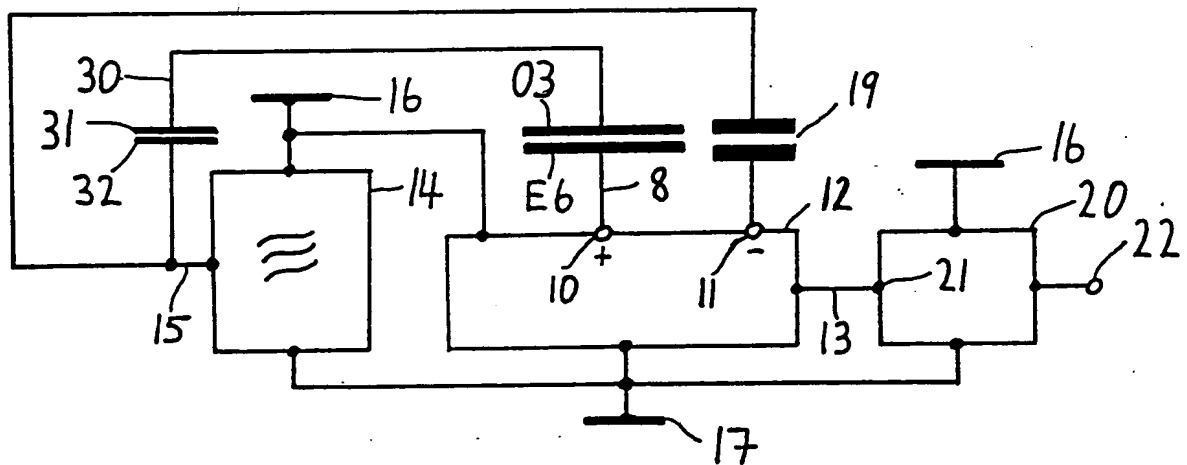


Fig. 11

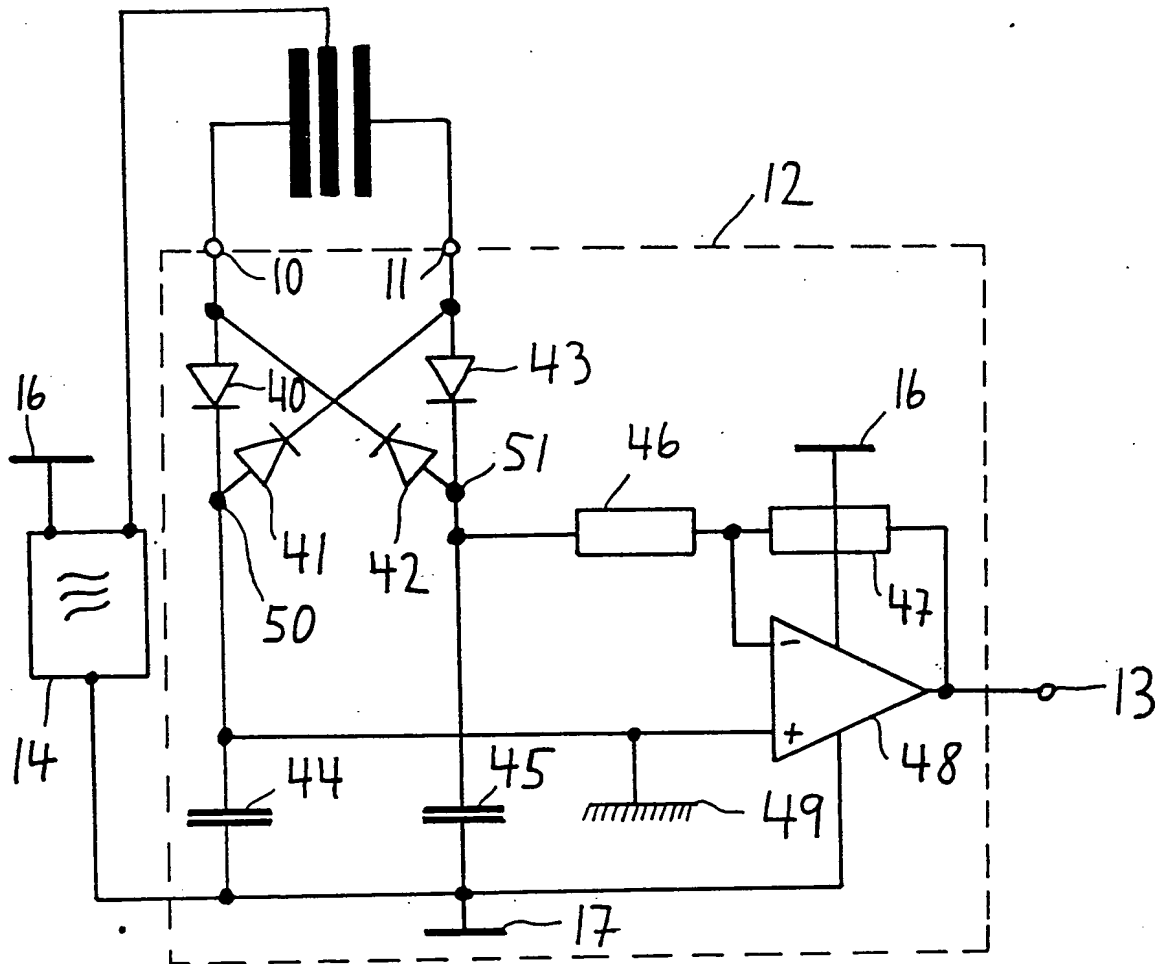


Fig 12

G 01 D 5124.11

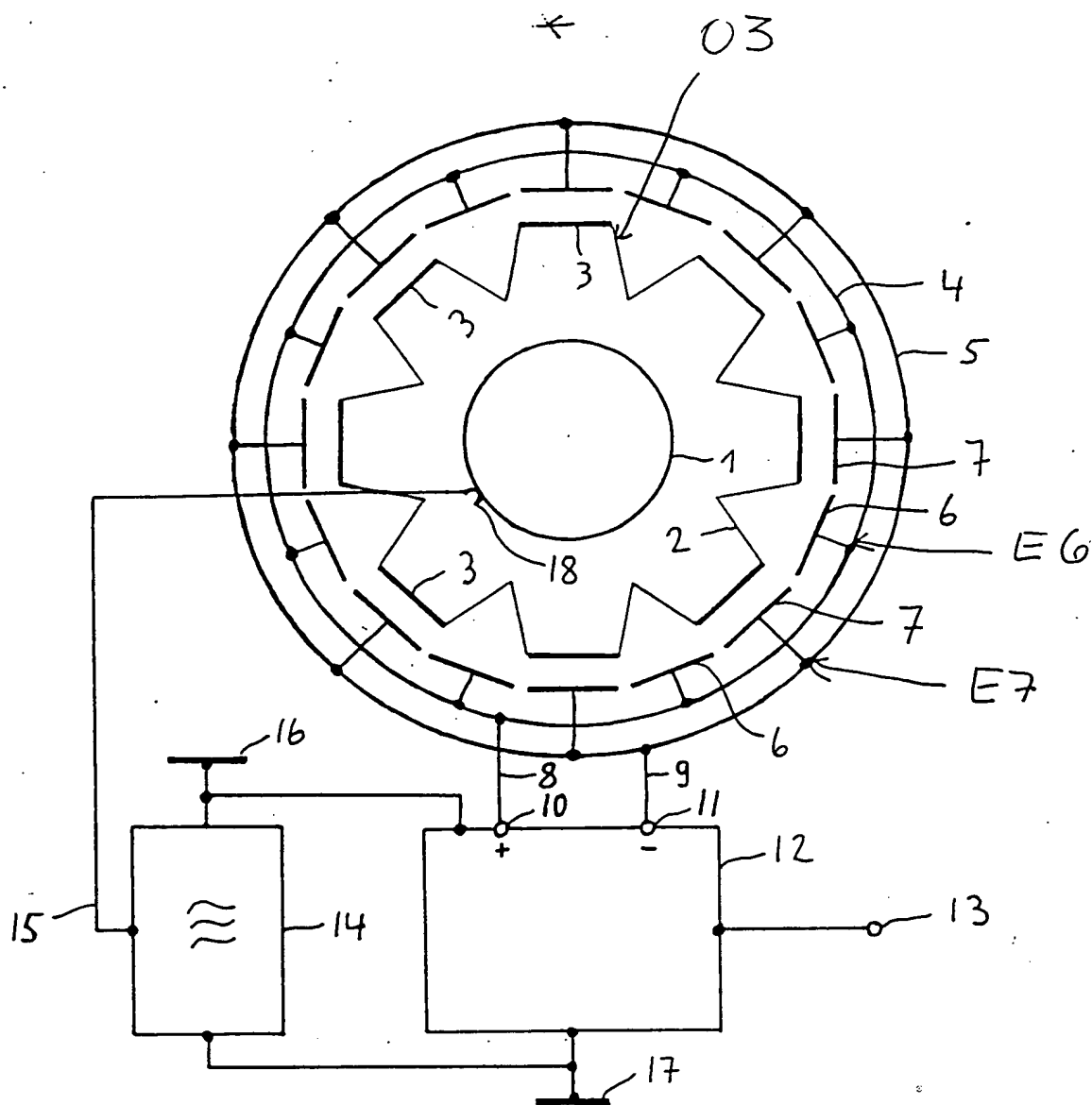


Fig. 1

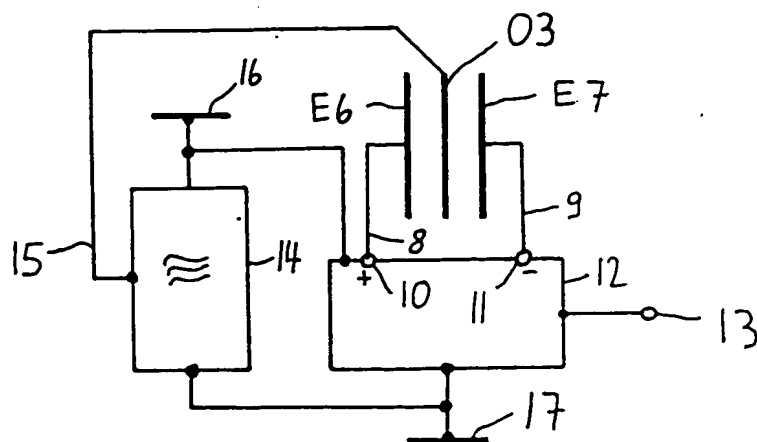


Fig. 2